



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 588 182 A2**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 93114133.7

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: G10K 11/16

22 Anmeldetag: 03.09.93

30 Priorität: 18.09.92 DE 9212607 U

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
23.03.94 Patentblatt 94/12

84 Benannte Vertragsstaaten:  
AT DE ES FR GB IT PT SE

71 Anmelder: M. Falst GmbH & Co. KG  
Michael-Falst-Strasse 11-15  
D-86381 Krumbach(DE)

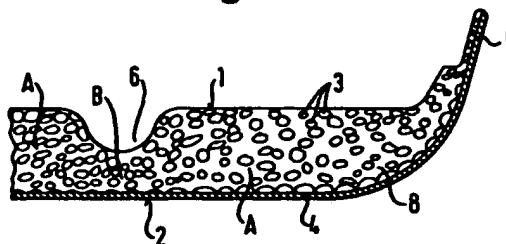
72 Erfinder: Lahner, Stefan, Dr.  
Blockhausstrasse 13  
D-86381 Krumbach(DE)  
Erfinder: Roller, Manfred  
Lerchenstrasse 23  
D-89168 Niederstotzingen(DE)

24 Vertreter: Müller, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing. et al  
Müller, Schupfner & Gauger  
Postfach 10 11 61  
D-80085 München (DE)

54 Schallwellen dämpfendes und/oder dämmendes Bauelement aus Schaumstoff sowie Verfahren zu dessen Herstellung und Verwendung desselben.

57 Bei einem Schallwellen dämpfenden und/oder dämmenden und wärmedämmenden Bauelement in Leichtbauweise, bei dem die Zellwände (3a) von einem Schaumstoffkörper (8) bildenden aufgeschäumten Poren bzw. Zellen (3) im wesentlichen aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen, ist der Schaumstoffkörper aus einem durch Erwärmen verformten Werkstück (7) gebildet, das eine kompaktierte Mischung aus pulverförmigem Aluminium (9) bzw. einer pulverförmigen Aluminiumlegierung und pulverförmigem Bläh- bzw. Treibmittel (10) und bedarfsweise pulverförmigen Aluminiumoxiden (11) aufweist. Da es sich weitestgehend um einen Monowerkstoff handelt, ist ein einfaches metallisches Recycling möglich.

Fig. 1



EP 0 588 182 A2

Die Erfindung bezieht sich auf ein Schallwellen dämpfendes und/oder dämmendes, d.h. akustisch wirksames Bauelement aus Schaumstoff der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art sowie auf ein Verfahren zu dessen Herstellung und dessen Verwendung.

Derartige Bauelemente sind bereits bekannt (DE-OS 27 35 153), jedoch nur als akustisch wirksame Bauteile. Sie haben die Aufgabe, einen möglichst großen Widerstand gegen das Durchdringen von Schallwellen von der einen Seite des Bauelements auf die andere zu bilden. Diese Funktion bezeichnet man als "schalldämmend". Darüber hinaus haben solche Bauelemente gelegentlich auch die Aufgabe, schon die Entstehung von Schallwellen an der einen Seite des Bauelements zu dämpfen; diese als "schalldämpfende" Funktion bezeichnete Aufgabe wird beispielsweise dadurch erreicht, daß das Bauelement unmittelbar mit dem schallabgebenden Element, beispielsweise ein Karosserieblech, verbunden wird durch z.B. Andrücken, Kleben, Clipsen.

Darüber hinaus ist es bekannt (DE-PS 32 24 224), für beispielsweise Auspufftöpfe schalldämpfende Scheiben aus geschäumter Keramik zu verwenden, deren untereinander in Verbindung stehende Poren zur Aufnahme von Abgaskondensaten dienen. Keramisches Material ist jedoch verhältnismäßig starr und kann nach der Formgebung und Sinterung in seiner Form nicht mehr ohne weiteres geändert werden.

Ferner ist es bekannt (US-PS 4 713 277), in eine Aluminiumschmelze ein Verdickungsmittel unter Umrühren einzubringen. Dieses Verdickungsmittel (metallisches Calcium) dient zur Stabilisierung der Schmelzenviskosität. Nach Zugabe von Titanhydridpulver in die verhältnismäßig niedrigviskose Aluminiumschmelze wird unter weiterem Rühren eine innige Mischung erzielt. Nun wird das Rührgerät aus der Form genommen und diese wird mit einem Deckel fest verschlossen. Dann wird durch den Aufschäumprozeß ein Schaumstoffkörper gebildet, welcher im wesentlichen geschlossene Zellen aufweist. Die Hohlraumwände der geschlossenen Form definieren die Außenkonfiguration des Schaumstoffkörpers. Zylindertörmige Schaumstoffkörper dieser Art, die mit Durchgangslöchern versehen sind, werden als schalldämpfende Einsätze in Auspufftöpfen verwendet.

Die bisher für Schalldämmungszwecke primär verwendeten Bauelemente aus Schaumstoff weisen jedoch meistens Kunststoffe, wie Polyurethan, auf (DE-OS 27 35 153). Dabei stellen die Zellwände mehr oder weniger biegeeweiche Häutchen dar. Für Spezialaufgaben ist es auch bekannt, offenzellige Schaumstrukturen mit solchen Schaumstrukturen zu verbinden, welche geschlossen zellig sind oder mit Füllstoffen gefüllt bzw. imprägniert werden. Die

Herstellungskosten solcher Doppel-Strukturen sind verhältnismäßig hoch. Dies gilt auch für offenporigen Schaumstoffvlies (DE-PS 36 24 427). Darüber hinaus ergeben sich auch Probleme bei der Entsorgung nicht mehr benutzbarer Konstruktionen, welche mit solchen akustisch wirksamen Bauelementen ausgerüstet sind.

Ebenfalls bekannt sind thermisch isolierende Schichtstoffelemente (DE-OS 38 21 468 und G 92 03 734.8). Diese Schichtstoffelemente sind z.T. auch akustisch wirksam. Diese Bauelemente sind jeweils aus mehreren verschiedenen Schichten eines oder mehrerer Werkstoffe, also kompliziert, aufgebaut. Sie benötigen, da die nicht selbsttragend sind, zusätzlich eine Versteifung, meist in Form eines Aluminiumträgerblechs. Bei den Varianten, die aus unterschiedlichen Materialien aufgebaut sind, stellt sich zudem das Problem des Recyclings.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Bauelement der eingangs genannten Gattung dahingehend zu verbessern, daß es bei guter akustischer Wirksamkeit gleichzeitig gute Wärmeisolationseigenschaften aufweist, einfach herstellbar ist, Leichtbaumerkmale besitzt und gegenüber anderen Materialien Vorteile bei der Entsorgung bietet.

Die Erfindung ist im Anspruch 1 gekennzeichnet, und in Unteransprüchen sind weitere Ausbildungen derselben beansprucht.

Auch anhand der Figurenbeschreibung werden bevorzugte Ausbildungsformen noch näher erläutert.

Bei dem erfindungsgemäßen akustisch wirksamen und thermisch isolierenden Bauelement ist der Schaumstoffkörper in besonderer Weise ausgebildet. Aus einem Werkstück, das eine kompaktierte Mischung aus pulverförmigem Aluminium bzw. einer pulverförmigen Aluminiumlegierung einerseits und pulverförmigem Bläh- bzw. Treibmittel andererseits sowie bedarfsweise pulverförmigen Aluminiumoxidverbindungen aufweist, wird durch Verformen und Erwärmen der Schaumstoffkörper gebildet. Das Werkstück kann beispielsweise nach dem in der DE-PS 40 18 360 beschriebenen Verfahren hergestellt werden und es hat sich gezeigt, daß die Anwendung jenes Verfahrens, d.h. die Umgehung des in der US-PS 4 713 277 beschriebenen Verfahrens, zu wesentlichen Vorteilen bei der Herstellung akustisch wirksamer Bauelemente führt. Abgesehen davon, daß das separate Herstellen einer Aluminiumschmelze, welche nur schwierig zu stabilisieren ist, vor dem Zugabe von Blähmittel vermieden wird, wird die einfache Herstellung beliebiger Formteile beim Anwender selbst möglich, sofern ein derartiges aus Aluminiumpulver und Blähmittelpulver und u.U. aluminiumoxidhaltigem Füllstoff gepreßtes Werkstück als Ausgangsmaterial verwendet wird.

Dieses kompaktierte Werkstück wird beispielsweise in eine Form eingelegt, deren Hohlraumwände die Außenkonturen des fertigen Schaumstoffkörpers bestimmt. Die Form kann jedoch aus so ausgebildet sein, daß die Oberseite offen ist. Durch Erhitzen wird das Aluminiumpulver aufgeschmolzen und wird für die Abgabe von Bläh- bzw. Treibgas beim Zersetzen des Bläh- bzw. Treibmittels gesorgt, das die Aluminiumschmelze in eine Schaumstoffstruktur mit bevorzugt im wesentlichen geschlossenen Zellen umformt. Bei der offen gestalteten Formvariante wird damit die Möglichkeit zum freien Aufschäumen gegeben. Durch nachträgliches Stauchen frei, ohne Dickenbegrenzung, aufgeschäumter Werkstücke werden die normal relativ runden bis polygonalen Schaumporen mit zunehmendem Stauchungsgrad abgeflacht und ellipsoidartig eingeformt bzw. falten sich die Zellstege senkrecht zur Stauchrichtung ein. Dies führt zu einem anisotropen Wärmeleitungsverhalten, das zu einer Verringerung der Wärmeleitung in Werkstückdickenrichtung und einer leicht erhöhten Wärmeleitung in Werkstückebenenrichtung führt, d.h. eine höhere Wärmedämmung des Werkstücks bewirkt.

Darüber hinaus ist es auch möglich, ein solches beispielsweise mattenförmiges gepreßtes Werkstück aus der Aluminium-Blähmittelpulver-Mischung in Hohlräume zwischen Bauteilen einzulegen und das Werkstück zu erwärmen, so daß es sich zwischen den gegenüberliegenden Wänden der Bauteile aufbläht und den Zwischenraum im wesentlichen vollständig ausfüllt. Außer der akustisch wirksamen schalldämpfenden Aufgabe wirkt ein solches Bauelement gleichzeitig als Vibrationen der anliegenden Bauteile dämmendes und die Gesamtkonstruktion auch versteifendes Aggregat.

Die Erfindung bietet daher eine einfache Möglichkeit, Verbundkörper mit sowohl mechanischen als auch akustisch dämpfenden bzw. dämmenden Funktionen zu bilden. Gleichzeitig begünstigt das erfindungsgemäße Bauelement die Entsorgung, da es leicht ohne Bildung schädlicher und die Umwelt verseuchender Gase und Dämpfe im üblichen Metalltrenn- und Aufbereitungsverfahren von anderen Werkstoffen des Gesamtaggregats trennbar und der Wiederverwendung zuführbar ist. Es können daher auch recycelbare Aluminiumwerkstoffe zur Herstellung des kompaktierten Werkstücks und daher des Schallwellen dämpfenden bzw. dämmenden und wärmedämmenden Bauelements verwendet werden.

Eine Schwärzung des erzeugten Werkstücks auf einer Seite führt zu einer deutlichen Erhöhung des Emissionskoeffizienten und somit zu einer Erhöhung der Wärmedämmung.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nach Anspruch 9 empfiehlt es sich, pulverförmiges Alu-

minium in großem Überschuß über die Anteile des Blähmittelpulvers anzuwenden und zwar in einem Verhältnis zwischen 10:1 und 1000:1. In einer beispielhaften Ausführung der Erfindung ist es zweckmäßig, zusätzlich aluminiumoxydhaltige Verbindungen in Anteilen von 0-30% (bezogen auf die Gesamtpulvermenge) zuzugeben. In allen Fällen sollte das Treibmittel, als auch andere Bestandteile weitgehend homogen im Aluminiumpulver verteilt sein, sofern nicht bestimmte Bereiche des Werkstücks aus der Pulvermischung bei Anwendung von Wärme weniger stark aufschäumen sollen. Die Pulvermischung wird unter einem Druck von zweckmäßigerweise zwischen 10 und 500 MPa zu dem Werkstück kompaktiert. Zum Erwärmen und Aufschäumen sollten Temperaturen im Bereich zwischen 400 und 900 °C angewendet werden.

Das erfindungsgemäße Bauelement kann auch nach dem Aufschäumen noch zusätzlich kaltverformt werden, um es an bestimmte Raumerfordernisse noch besser anzupassen.

Besonders bevorzugt verwendet wird das erfindungsgemäße Bauelement bei Kraftfahrzeugen und Maschinenanlagen und zwar als schalldämmende Trennwand und/oder schalldämpfende Abdeckung von vibrierenden Wandteilen und/oder schalldämmende Wärmeisolation des gesamten Abgasstranges.

Es hat sich gezeigt, daß Bauelemente mit aus Aluminium oder Aluminiumlegierungen bestehenden Zellwänden der den Schaumstoff bildenden aufgeschäumten Zellen ein Multifunktions-Strukturbauteil bilden, das nicht nur den Wünschen einer akustisch guten Wirksamkeit entspricht, sondern auch die oben genannte Aufgabe löst und darüber hinaus weitere Vorteile mit sich bringt: Abgesehen von der einfachen Herstellbarkeit durch Aufschäumen von insbesondere Aluminiumpulver und einem gasabsplattenden Treibmittelpulver unter ausreichender Erwärmung insbesondere unmittelbar in der Hohlform, welche den äußeren Konturen des Bauelements entspricht, ist die Aluminiumstruktur formstabil und daher selbsttragend, gegenüber Kompaktaluminium aber auch wesentlich besser thermisch isolierend. Das Gesamtgewicht ist im Ausmaß der Hohlraumbildung verhältnismäßig niedrig. Die Entsorgung kann zusammen mit den anderen Metallbauteilen aus insbesondere Aluminium ohne Trennen erfolgen. Insbesondere bei der Anwendung im Automobilbau wird das sehr kostspielige Absondern von Kunststoffteilen vermieden. Ein einfaches Recyclingverfahren ist die Folge.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 einen schematischen Querschnitt durch ein erfindungsgemäßes Bauteil;

Figur 2 einen vergrößerten Ausschnitt aus

dem rechten oberen Bereich von Figur 1;

Figur 3 einen noch weiter vergrößerten schematischen Aufriß aus einem Teil des Bauelements und

Figur 4 schematisch die Stufen des Herstellungsverfahrens.

In Figur 1 ist schematisch im Querschnitt ein Teil einer Art "Vorsatzschale" dargestellt, welche mit ihrer gewölbten Außenseite 2 innerhalb eines Kraftfahrzeugs dem Fahrgastraum zugewandt ist. Das Bauelement besteht aus einer Fülle von hohlen Zellen 3, deren Zellwände 3a etwa gemäß Figur 3 aus Aluminium bestehen. Während die dem Fahrgastraum zugewandte Oberfläche 2 eine im wesentlichen geschlossene, nicht poröse dünne Aluminiumhaut aufweist, die sich bis zu dem Randteil 5 hinzieht, kann dem schallerzeugenden Motorraum die offenzellige Innenseite 1 zugewandt sein, so daß der Schall in die Zellen 3 bzw. in Zwischenräume 3c zwischen benachbarten Zellen 3 eindringen kann. Der eigensteife Schaumstoffkörper 8 aus den hohlen Zellen absorbiert einen Teil der Schallwellen, die durch die Durchbrechungen 3b in den Zellwänden 3a und/oder in die Zwischenräume 3c zwischen benachbarten Zellen 3 eindringen, welche nicht wie an der Verbindungsstelle 3c von aneinanderliegenden Zellen 3 bei der bei der Schaumbildung angewendeten Hitze zusammenfritten und/oder verschmelzen. Die Aluminiumhaut 4 und der Randteil 5 des Bauelements sind beispielsweise durch Verschmelzen oder Verfritten der Zellwände 3a gebildet.

Um ausladenden Konturen auszuweichen bzw. Abstützelemente aufzunehmen, ist das Bauelement nach dem Ausführungsbeispiel von Figur 1 an der Innenseite 1 mit Aussparungen 6 versehen; zu diesem Zweck weist das Bauelement an dieser Stelle eine Zone B geringerer Dicke als in den anderen Zonen A auf.

Die Mindestdicke des Bauelements sollte 2 mm betragen; so beträgt die Schichtdicke des Randteils 5 des Bauelements von Figuren 1 und 2 etwa 3 mm, während die Schichtdicke in den Zonen A in der Größenordnung von cm liegt. Die Verteilung der Schichtdicken, Zellen- und Hohlraumgrößen und Zellwanddicken hängt von den Funktionen der Schallabsorption ab. Vielfach empfiehlt es sich, Zonen sehr guter Schallabsorption mit Zonen per se weniger guter Schallabsorption abwechseln zu lassen, wodurch ganz bestimmte Überlagerungsfunktionen gebildet werden können.

Gemäß Figur 4 wird ausgehend von Aluminiumpulver 9 einerseits und Titanhydridpulver 10 andererseits und gegebenenfalls pulverförmigem Aluminiumoxid 11 in einem Mischverfahren eine homogene Mischung dieser beiden bzw. drei Pulver hergestellt. Dabei werden etwa 100 gr Aluminium-

pulver 0,5 gr Titanhydridpulver und 25 gr Aluminiumoxid zugesetzt.

Nach dem guten Vermischen der Pulver 9, 10 und eventuell 11 wird das Gemisch in einer Kompaktierungsstufe unter einem Druck von beispielsweise 50 MPa zu dem in Figur 4 schematisch im Querschnitt dargestellten Werkstück 7 zusammengepreßt. Dieses kann im Vergleich zur Schichtdicke verhältnismäßig große Abmessungen aufweisen und mattenartig oder profilförmig ausgebildet sein.

Nun kann das Werkstück 7 wie jedes andere Werkstück aus normalem Aluminium bzw. Aluminiumlegierung ohne Zusätze mit bekannten Bearbeitungsmethoden, wie z.B. Biegen, Fräsen, Schneiden, Bohren, Stanzen, Strangpressen, in jede beliebige zwei- bzw. dreidimensionale Form 7a gebracht werden.

Schließlich wird das Werkstück 7 in einer Erwärmungs- und Verformungsstufe beispielsweise innerhalb einer Hohlform zu dem in Figur 4 schematisch im Querschnitt dargestellten Schaumstoffkörper 8 aufgeschäumt, der eine im wesentlichen offenzellige Schaumstoffstruktur der Zellen 3 aufweist, außen aber mit einer dünnen Haut 4 überzogen sein kann, ohne daß hierdurch die akustische Wirksamkeit wesentlich beeinträchtigt wird. Diese Eigenschaft ist sehr überraschend, da anzunehmen war, daß der Schaumstoffkörper 8 Durchbrechungen aufweisen müßte. Bei diesem Beispiel reicht zum Erwärmen eine Temperatur von 750 C aus, um einen Schaumstoffkörper 8 mit einer durchschnittlichen Porosität von etwa 80% und einer durchschnittlichen Zellengröße von etwa 0,8 mm zu bilden.

#### Patentansprüche

1. Schallwellen dämpfendes und/oder dämmendes und wärmeisolierendes Bauelement in Leichtbauweise aus Schaumstoff, bei dem die Zellwände der den Schaumstoff bildenden aufgeschäumten Zellen im wesentlichen aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehen, dadurch gekennzeichnet, daß der Schaumstoffkörper (8) aus einem durch Erwärmen verformten Werkstück (7) gebildet ist, der eine kompaktierte Mischung aus pulverförmigem Aluminium bzw. einer pulverförmigen Aluminiumlegierung (9), pulverförmigem Bläh- bzw. Treibmittel (10) und bedarfsweise pulverförmigen Aluminiumoxidverbindungen (11) aufweist.
2. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine Vielzahl der Zellen (3) des Schaumstoffkörpers (8) offenzellig ist.

3. Bauelement nach Anspruch 1 oder 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein Teil der Oberfläche (2) mit einer im  
wesentlichen geschlossenen, nicht porösen  
dünnen Aluminiumhaut (4) überzogen ist. 5
4. Bauelement nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Schaumstoffkörper (8) Zonen (A) grö-  
ßerer Dicke und andere Zonen (B) geringerer 10  
Dicke aufweist.
5. Bauelement nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Schaumstoffkörper (8) eine durch-  
schnittliche Porosität zwischen 60% und 90%  
aufweist. 15
6. Bauelement nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Schaumstoffkörper (8) eine durch-  
schnittliche Poren- bzw. Zellgröße zwischen 0,1  
und 1,5 mm aufweist. 20
7. Bauelement nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Schaumstoffkörper (8) eine Dichte zwi-  
schen 0,3 und 2,0 g/cm<sup>3</sup> aufweist. 25
8. Bauelement nach einem der vorhergehenden  
Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Schaumstoffkörper (8) auf einer Seite  
geschwärzt ist. 30
9. Verfahren zur Herstellung eines Schallwellen  
dämpfenden und/oder dämmenden und wär-  
meisolierenden Bauelementes in Leichtbauwei-  
se nach einem der vorhergehenden Ansprü-  
che,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß Pulver (9) aus Aluminium oder der Alumi-  
niumlegierung mit einem Pulver (10) des  
Treibmittels im Verhältnis zwischen 10:1 und  
1000:1 (A1-Pulver zu Treibmittelpulver), sowie  
mit einem Pulver (11) von Aluminiumoxid in 35  
Anteilen von 0 - 30% (bezogen auf Gesamtpul-  
vermenge) zu einer im wesentlichen homogen  
verteilten Mischung gemischt und durch Pres-  
sen unter einem Druck zwischen 10 und 500  
MPa zu dem Werkstück (7) kompaktiert wird. 40
10. Verfahren nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet,
- daß das Werkstück (7) durch mechanische Be-  
arbeitungsverfahren, wie Biegen, Schneiden,  
Fräsen, Bohren, Stanzen, Sägen und Strangpr-  
essen, in eine beliebige zwei- bzw. dreidimen-  
sionale Form (7a) gebracht wird. 45
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Werkstück (7 bzw. 7a) zum Aufschäu-  
men zwischen 400°C und 900°C erwärmt  
wird. 50
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Werkstück (7 oder 7a) in einer im  
wesentlichen geschlossenen Form so erwärmt  
wird, daß es diese beim Aufschäumen voll-  
ständig ausfüllt und sich in die Form eines  
Schaumstoffkörpers (8) verformt, wobei es  
nicht zwingend notwendig ist, daß das Werk-  
stück (7a) in seiner Form der Form des end-  
gültigen Schaumstoffkörpers (8) vor dem Auf-  
schäumen angepaßt werden muß. 55
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Werkstück (7 oder 7a) frei aufge-  
schäumt und anschließend mehr oder weniger  
stark gestaucht und somit auf Endstärke ge-  
bracht wird.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Schaumstoffkörper (8) zusätzlich kalt-  
verformt wird.
15. Verfahren nach einem Ansprüche 9 bis 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Werkstück einseitig geschwärzt wird,  
beispielsweise durch Graphitierung.
16. Verwendung eines Bauelementes nach einem  
der Ansprüche 1-8 als schalldämmendes Bau-  
teil, beispielsweise Trennwand, in Kraftfahrzeu-  
gen, Flugzeugen, Schiffen oder Maschinenan-  
lagen.
17. Verwendung eines Bauelementes nach einem  
der Ansprüche 1-8 als schalldämpfende Ab-  
deckung von vibrierenden Wandteilen in Kraft-  
fahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen oder Maschi-  
nenanlagen.
18. Verwendung eines Bauelementes nach einem  
der Ansprüche 1-8 als wärmeisolierendes Bau-  
teil in Kraftfahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen  
oder Maschinenanlagen.

19. Verwendung eines Bauelementes nach einem der Ansprüche 1-8 als schalldämmendes bzw. schalldämpfendes und wärmeisolierendes Bauteil in Kraftfahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen oder Maschinenanlagen. 5

20. Verwendung eines Bauelementes nach einem der Ansprüche 1-8 als ein selbsttragendes Strukturbauteil in Kraftfahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen oder Maschinenanlagen. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

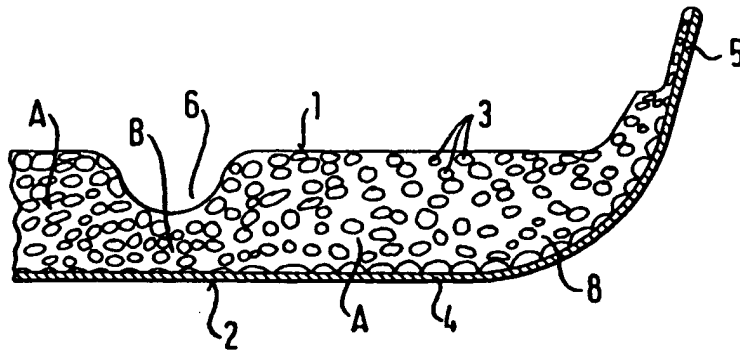


Fig. 2

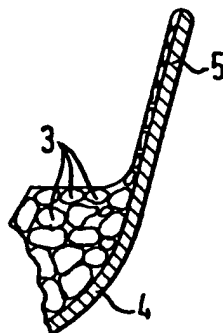


Fig. 3

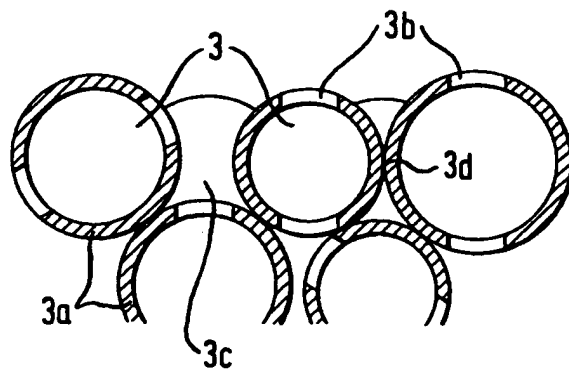


Fig. 4

